

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(4)

(11)Publication number : 06-224515

(43)Date of publication of application : 12.08.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 05-010577

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 26.01.1993

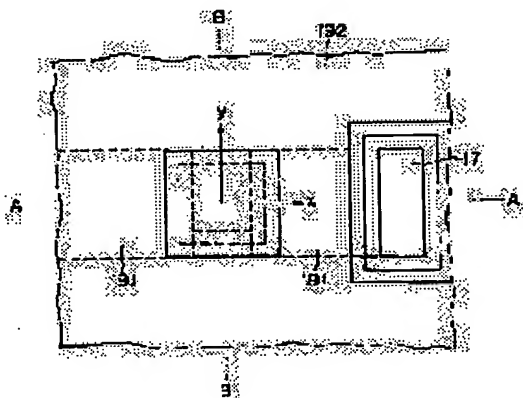
(72)Inventor : KASAHARA KENICHI

## (54) SURFACE-EMISSION SEMICONDUCTOR LASER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a surface-emission semiconductor laser the plane of polarization of which can be controlled to one direction.

**CONSTITUTION:** SiN films are respectively deposited at different temperatures on the side walls of a mesa in the x- and y-axis directions. At the time of depositing the films, the SiN film 191 on the side wall in the x-axis direction is deposited at a higher temperature than that of the SiN film 192 deposited on the side wall in the y-axis direction. Since the coefficient of thermal expansion of SiN is smaller than that of GaAs semiconductors, the tensile stress applied to an active layer in the x-axis direction at a room temperature becomes stronger than that in the y-axis direction. Therefore, the plane of polarization of this surface-emission semiconductor laser is oriented in the y-axis direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.01.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2041563

[Date of registration]

09.04.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-224515

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数6 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平5-10577

(22)出願日 平成5年(1993)1月26日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 笠原 健一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

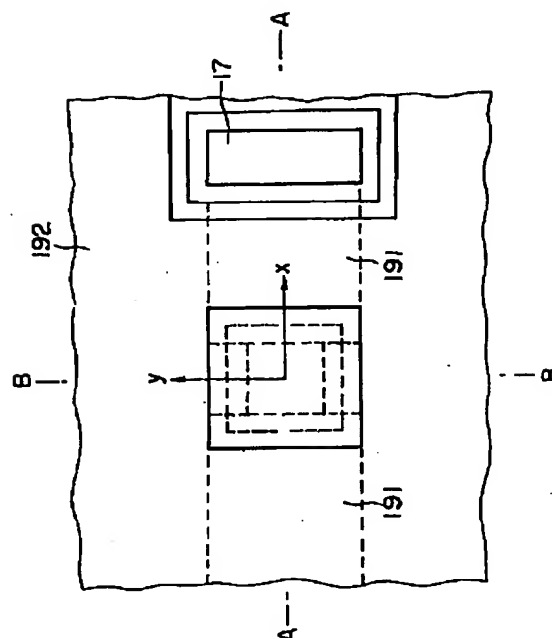
(74)代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54)【発明の名称】 面発光半導体レーザ

(57)【要約】

【目的】 面発光半導体レーザの偏波面を一方に制御できる面発光半導体レーザを提供する。

【構成】 メサのx軸方向、y軸方向の側壁に、異なる温度でSiN膜を、堆積する。この場合、x軸方向の側壁のSiN膜191を、y方向の側壁のSiN膜192よりも高い温度で堆積する。SiNの熱膨張係数は、GaAs系半導体のそれよりも小さいので、室温では活性層に対するx軸方向への引っ張り応力がy軸方向よりも大きくなる。その結果、y軸方向に偏波面が揃う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第一導伝型の第1クラッド層、活性層、第二導伝型の第2クラッド層を含むメサ構造を半導体基板上に有し、基板と垂直方向に光を出す面発光半導体レーザにおいて、

対向する一組の前記メサの側面に第1の温度条件で形成された第1の絶縁膜を有し、前記一組の側面とは別の一組の前記メサの側面に、前記第1の温度条件とは異なる温度条件で形成された第2の絶縁膜を有することを特徴とする面発光半導体レーザ。

【請求項2】前記第1の絶縁膜と前記第2の絶縁膜とは、同一または異なることを特徴とする請求項1記載の面発光半導体レーザ。

【請求項3】前記第1および第2の絶縁膜は、SiN膜であることを特徴とする請求項2記載の面発光半導体レーザ。

【請求項4】前記第1の絶縁膜はSiN膜であり、前記第2の絶縁膜はSiO<sub>2</sub>膜であることを特徴とする請求項2記載の面発光半導体レーザ。

【請求項5】前記第1の温度条件は、前記第2の温度条件よりも高温であることを特徴とする請求項3または4記載の面発光半導体レーザ。

【請求項6】前記一組のメサの側面と、前記別の一組のメサの側面とは、前記基板と平行な直交する2つの軸方向にそれぞれ位置することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の面発光半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光インターコネクションや、光交換、光情報処理に使われる面発光半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】面発光半導体レーザは、小型で2次元集積化が可能な光源として内外の研究開発機関で研究が活発に進められている。面発光半導体レーザの課題の一つは、偏波方向の安定化である。等方的な面発光半導体レーザでは、直交する2つの軸方向に関して特性の差異がないので、偏波方向はそれらの方向に対して等しい確率で向くことになる。したがって、偏波は一方に定まらない。偏波が一方に定まり、安定化されていないと、偏波ビームスプリッターなど偏波依存性のある光学素子が使えなくなる。光交換や光情報処理などの応用では、偏波が一方に決まっていたほうが使いやすい。

【0003】このような問題を解決するために図8に示したような構造が提案されている。これは、GaAs/AlGaAs系面発光レーザであり、第39回応用物理学関係連合講演会講演予稿集No. 3の923頁（講演番号23a-SF-7）に示されている。この面発光半導体レーザは、GaAs基板31上に、Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As層32、GaAs活性層33、Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As層34を積層し、GaAs基板31に楕円形状の穴35をエッチングで形成し、活性層33にストレスを与える。この方法では、光出射孔の長軸方向の引っ張り応力が小さく、長軸方向に偏波する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図8に示された従来例の問題点は、GaAs基板にエッチング孔を掘り、活性層の真下の層でエッチングを止めることが難しい点である。GaAs基板の厚さは通常、100μmあり、そこにエッチング孔を形成し、しかも活性層を突き抜けないように止めるのは容易ではない。素子の長期的な信頼性を考えても、活性層近傍の半導体の厚さを数μmにしておくことは好ましくない。したがって、このようなエッチング孔を形成せずに、活性層にストレスを異方的に与えられる構造が望ましい。

【0005】本発明の目的は、簡単なプロセスで偏波面を一方に制御することができる面発光半導体レーザを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、第一導伝型の第1クラッド層、活性層、第二導伝型の第2クラッド層を含むメサ構造を半導体基板上に有し、基板と垂直方向に光を出す面発光半導体レーザにおいて、対向する一組の前記メサの側面に第1の温度条件で形成された第1の絶縁膜を有し、前記一組の側面とは別の一組の前記メサの側面に、前記第1の温度条件とは異なる温度条件で形成された第2の絶縁膜を有することを特徴とする。

【0007】

【作用】対向する一組の前記メサの側面に絶縁膜を形成し、それとは異なる別の一組の前記メサの側面には別の条件で絶縁膜を形成することによって、直交する2つの方向で、異なるストレスを活性層に与えることができる。それによって発振閾値利得に異方性を与えることができ、閾値利得の小さい軸方向のモードだけを選択的に立たせることができる。

【0008】

【実施例】図1、図2、図3は、本発明の一実施例を示す図である。図1は平面図、図2は図1のA-A線断面図、図3は図1のB-B線断面図である。

【0009】本実施例の面発光半導体レーザは、n-GaAs基板11と、n-AlAs/GaAs分布ブラッグ反射鏡(DBR)12と、n-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As層13と、In<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As活性層14（厚さは1000Å）、p-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As層15と、p-AlAs/GaAs DBR16と、AuGe-Ni/Auからなるカソード電極17と、CrAuからなるアノード電極18とを有している。

【0010】n-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As層13、In<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As活性層14、p-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As層15、p-AlAs/GaAs DBR16と、AuGe-Ni/Auからなるカソード電極17と、CrAuからなるアノード電極18とを有している。

3

s層15の全層厚は、媒質内レーザ波長の1/2である。n-AlAs/GaAs DBR12、p-AlAs/GaAs DBR16の周期数はそれぞれ24、5対、15対である。成長は分子線ビームエピタキシー(MBE)も用いて作製した。p型、n型のドーパントはそれぞれ、Be、Siである。10 $\mu$ m角の大きさに、素子を正形状にメサエッチングしてある。191、192はSiN膜である。

【0011】SiN膜は、次のようにして形成した。なお、以下の説明において、図1の面上において直交する2つの軸、すなわちx軸、y軸をとり、図1に示すように方向を定義する。なお、x軸方向はA-A線方向に平行であり、y軸方向はB-B線方向に平行である。図1の平面図において、メサのx軸方向両側面にウェハーを300℃に加熱した状態で、SiN膜191を1500オングストロームの厚さで堆積させた。SiN膜形成の方法としては、p-CVD法を用いた。SiN膜191は、p-CVDで形成するとウェハー全面に堆積するが、フォトリソグラフィ、エッチング工程により、メサの左右の側面と、それに続く左右のn-AlAs/GaAs DBR12の上面にのみ残すようにする。その後、ウェハーを100℃に加熱し、SiN層192を1500オングストロームの厚さで全面に堆積させる。そして、アノード電極18とp側のコンタクトをとるために、メサ上部を正形状に開口する。したがって、この状態でメサのx軸方向の側壁にはSiN膜191とSiN膜192が堆積していることになる。また、メサのy軸方向の側壁にはSiN膜192のみが堆積していることになる。SiN膜191とSiN膜192はアノード電極18がn側半導体に接触しないようにするための絶縁膜の役目を果たすが、同時に活性層のy軸方向、x軸方向に異なるストレスを与える役目も果たす。これによって、発振閾値利得に異方性を与えられ、閾値利得の小さい方の軸方向のモードだけを立たせることができる。

【0012】SiNの熱膨張係数は $\sim 2.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 、GaAs系半導体の熱膨張係数は $\sim 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ である。図1～図3の実施例では、メサのx軸方向に対しては300℃と、y軸方向に対して相対的に高い温度でSiN膜が形成されるので、室温に戻った時に、活性層にはx軸方向に強い引っ張り応力が働く。したがって、図4に示した電流-光出力特性の偏波方向依存性から分かるように、偏波は引っ張り応力が弱い、y軸方向に向く。発振閾値電流は、1mAで良く偏波制御されているのが分かる。

【0013】図5、図6、図7は、本発明の他の実施例を示す図である。図5は平面図、図6は図5のA-A線断面図、図7は図5のB-B線断面図である。

【0014】図1～図3の実施例では、x軸方向におい

4

てSiN膜191の上にSiN膜192が堆積しているのでストレスの与え方の設計が少し難しくなる。そこで本実施例では、x軸方向には300℃でSiN膜291(組成比は3:4にする)だけを、また、y軸方向には100℃でSiO<sub>2</sub>膜292だけ堆積した。

【0015】SiN膜およびSiO<sub>2</sub>膜は、次のようにして形成した。最初にp-CVDでSiN膜291をウェハー全面に堆積し、ドライエッチングでx軸方向にのみ残すようにする。その後、SiO<sub>2</sub>膜292を全面に堆積し、バッファードHFでウエットエッチングしてy軸方向にのみ残すようにする。SiN膜291の組成比を3:4にするとバッファードHFでウエットエッチングされないで、このようにx軸方向のSiN膜291はとれずに、y軸方向にだけSiO<sub>2</sub>膜292を残すことができる。偏波は図1～図3の実施例と同じように、引っ張り応力が弱い、y軸方向に向く。なお、その他の構造は、図1～図3の実施例と同じであるので、同一の構成要素には同一の参照番号を付して示してある。

【0016】以上の実施例では、GaAs/AlGaAs系半導体の面発光レーザの場合を示したが、他のInP/InGaAsP系のような面発光レーザの場合にも適用できることは言うまでもない。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、従来技術におけるようにエッチング孔を形成することなく、簡単なプロセスで偏波面を一方に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の平面図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】図1のB-B線断面図である。

【図4】電流-光出力特性の偏波方向依存性を示す図である。

【図5】本発明の他の実施例の平面図である。

【図6】図5のA-A線断面図である。

【図7】図5のB-B線断面図である。

【図8】従来の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

11 n-GaAs基板

12 n-AlAs/GaAs分析ブラッグ反射鏡(DBR)

13 n-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As

14 In<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As活性層

15 p-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As

16 p-AlAs/GaAs DBR

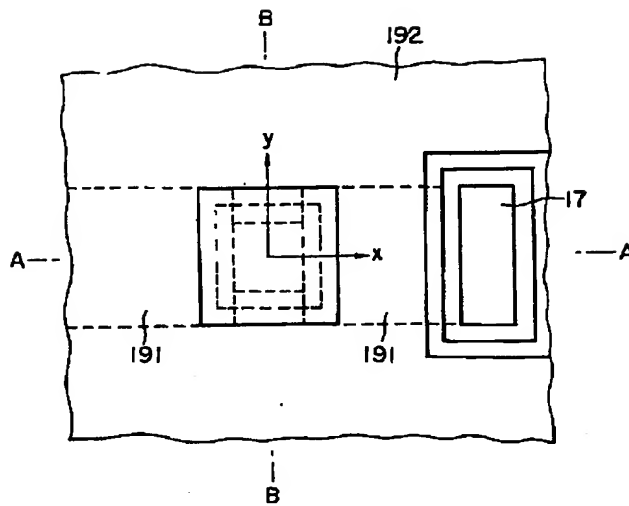
17 カソード電極

18 アノード電極

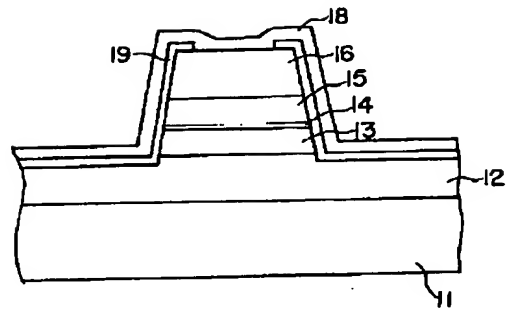
191, 192, 291 SiN層

292 SiO<sub>2</sub>層

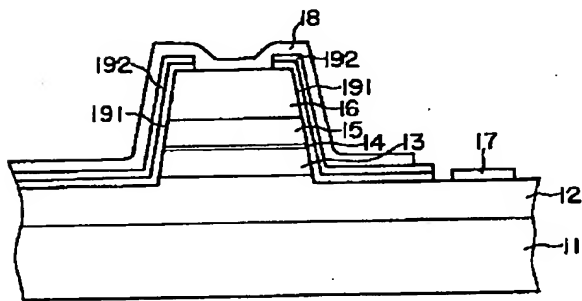
【図1】



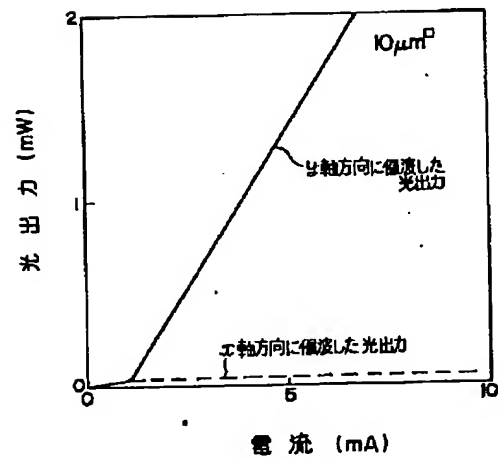
【図3】



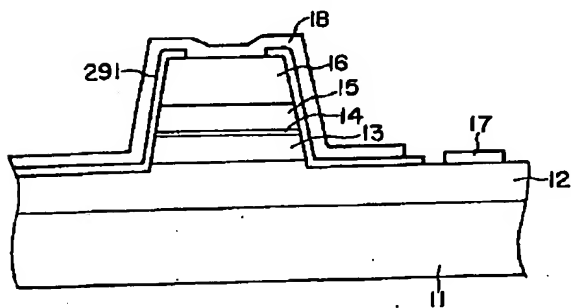
【図2】



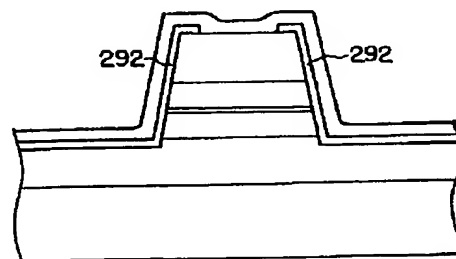
【図4】



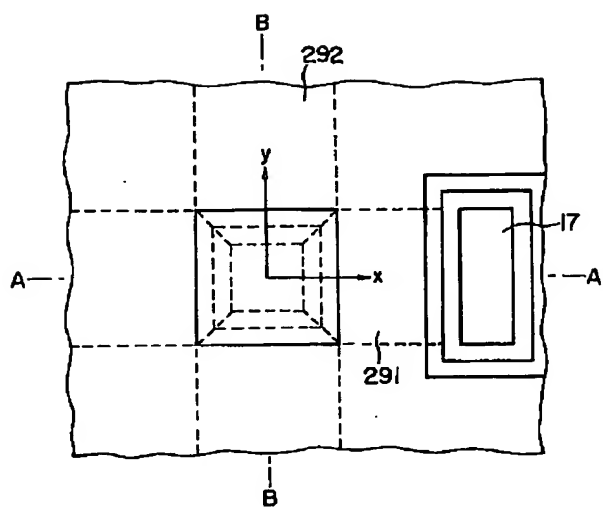
【図6】



【図7】



【図5】



【図8】

